

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****BEST AVAILABLE COPY****Aktenzeichen:** 103 42 681.7**Anmeldetag:** 16. September 2003**Anmelder/Inhaber:** ThyssenKrupp Automotive AG, 44793 Bochum/DE**Bezeichnung:** Fahrzeuglenkung mit einer Übersetzungsverhältnis-  
änderungseinrichtung**IPC:** B 62 D 5/04**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 3. Mai 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Klostermeyer

## **Fahrzeuglenkung mit einer Übersetzungsverhältnisänderungseinrichtung**

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung mit einer Übersetzungsverhältnisänderungseinrichtung und einem elektrischen Hilfsantrieb nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es sind eine Reihe von Fahrzeuglenkungen bekannt, bei denen die Funktion einer Drehzahlübersetzung und eines Hilfskraftantriebes in getrennten Einrichtungen realisiert sind.

So ist in der DE 19823721 A1 eine Drehzahlüberlagerung vorgestellt. Hier wird durch ein Steuerrad ein Gehäuse angetrieben, in dem sich Verzahnungen eines Hohlrades zweier Planetengetriebe befinden. Ein in dem Gehäuse angeordneter Elektromotor treibt das Sonnenrad des ersten Planetengetriebes an. Der Planetenträger des ersten Planetengetriebes treibt das Sonnenrad des zweiten Planetengetriebes an. Die Planeten des zweiten Planetengetriebes stützen sich am Hohlrad des Gehäuses ab und der Planetenträger ist mit der Ausgangswelle verbunden. In der gezeigten Ausführungsform ist der Antrieb des Sonnenrades des ersten Planetengetriebes direkt durch den Rotor des Elektromotors realisiert. Durch eine entsprechende Ansteuerung des Elektromotors können die gewünschten Drehzahlübersetzungen dargestellt werden. Diese im Stand der Technik gezeigte Lösung besitzt aber einige entscheidende Nachteile. Die gesamte Einheit wird mit der Drehung des Steuerrades mitgedreht. Der Fahrer muss also bei der Drehung des Steuerrades das gesamte treibende Drehmoment zur Verdrehung des Lenkritzels aufwenden und zusätzlich die Trägheit der gesamten Einheit überwinden. Das auszugleichen sind derartige Systeme mit

einer zusätzlichen Hilfskraftunterstützung an anderer Stelle ausgestattet. Weiterhin ist jede derartige Getriebeeinheit mit Spielen behaftet. Das hat zur Folge, dass die Antriebs- und Abtriebswelle so gelagert sein müssen, dass die gesamte Einheit gehalten wird und eine Verbindung mit hoher Lagestabilität zwischen Steuerrad und Abtrieb erreicht wird. Das bedeutet einen nicht unerheblichen konstruktiven Aufwand. Ferner ist die Einkopplung der elektrischen Energie in den Elektromotor, der sich mit dem Steuerrad mitdreht, aufwendig.

In einem weiteren Stand der Technik, der DE 19852447 A1, wird eine Lösung zur Drehzahlübersetzung vorgestellt, bei der der Elektromotor über einen Schneckenantrieb an das, als Planetengetriebe ausgebildete, Übersetzungsgetriebe angekoppelt ist. Hier ist die Getriebeeinheit karosseriefest angeordnet, sodass der Fahrer nicht das gesamte Drehmoment, das durch den Elektromotor eingeleitet wird, mit dem Steuerrad abstützen muss. Allerdings ist auch mit dieser Lösung eine Reihe von Nachteilen verbunden. Die Einkopplung über ein Schneckengetriebe führt zu sehr kleinen Wirkungsgraden der Drehzahlübersetzung. Weiterhin benötigt die Anordnung erheblichen Bauraum, der durch die geometrisch bestimmten Lagen der Komponenten zueinander wenig flexibel ist. Auch hier wird eine zusätzliche Hilfskraftunterstützung an anderer Stelle benötigt.

Der oben genannte Stand der Technik hat gemeinsam zudem noch weitere Nachteile. Alle Lenksysteme benötigen ein Höchstmaß an Sicherheit bezüglich des Ausfalls der elektrischen Komponenten. So muss das Fahrzeug auch bei Ausfall der Elektromotoren weiter steuerbar bleiben. Das bedeutet für den oben gezeigten Stand der Technik, dass bei Stromausfall oder sonstiger Störung das durch das Steuerrad eingeleitete Drehmoment nicht in den Elektromotor eingeleitet werden darf. Hierzu werden die Getriebe mit entsprechend hohen Übersetzungen mit Selbsthemmung ausgelegt. Das führt aber zu geringen Wirkungsgraden und langsamen Ansprechzeiten der elektromotorischen Antriebe. Zur Kraftunterstützung der Lenkung (Servolenkung) wird unabhängig von der Veränderung der Drehzahlübersetzung ein zusätzlicher Antrieb benötigt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und gleichzeitig eine kompakte Baugruppe bereit zu stellen, wobei die Reaktionskraft auf das Lenkrad nicht oder nicht spürbar erhöht werden soll. Gleichzeitig soll das System auf einfache Weise die erforderliche Redundanz für den Fall einer Fehlfunktion der elektrischen Einheiten bieten.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind in den Ansprüchen 2 bis 21 beschrieben.

Die gesamte Lenkungseinrichtung verfügt erfindungsgemäß über nur einen Elektromotor, der gleichzeitig die Energie für die gewünschte Drehzahlübersetzung und die Hilfskraftunterstützung in das System einleitet. Diese erfindungsgemäße neue Einrichtung, in der sowohl die Übersetzungsverhältnisänderung als auch die Einleitung der Hilfskraft realisiert ist, wird im Weiteren als Lenkausgleichsgetriebe bezeichnet. In das Lenkausgleichsgetriebe werden die Drehmomente vom Steuerrad und vom Elektromotor eingeleitet und das gesamte Drehmoment wird an die Lenkverstellung abgegeben. Dabei ist es unvermeidlich, dass das vom Elektromotor eingeleitete Drehmoment sich zumindest teilweise an dem vom Steuerrad eingeleiteten Drehmoment abstützen muss.

Im Gegensatz zum Stand der Technik wird jedoch das Gehäuse der Übersetzungsverhältnisseinrichtung an der Karosserie des Fahrzeugs befestigt. Durch die Wahl geeigneter mechanischer Übersetzungen im Überlagerungsgetriebe zwischen dem Antrieb vom Elektromotor, der vom Steuerrad angetriebenen Antriebswelle und der Abtriebswelle können jedoch die Drehmomente, die am Steuerrad spürbar werden und die Drehmomente, die zur Verstellung der Räder zur Verfügung gestellt werden, weitgehend nach Wunsch auf ein festes Verhältnis zueinander eingestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass der Fahrer zum Steuern eines Fahrzeuges ein Drehmoment  $M_a$  benötigt. Durch diese Ausgestaltung wird die Anzahl der Komponenten der Lenkungseinrichtung wesentlich verringert, weil nur ein Elektromotor und damit nur ein Koppelgetriebe in der Lenkungseinrichtung erforderlich ist.

Erfindungsgemäß sind der Elektromotor, die mit dem Steuerrad drehfest verbundene Antriebswelle und die den Rädern zugeordnete Abtriebseinrichtung, beispielsweise eine Abtriebswelle oder Zahnstange, koaxial zueinander angeordnet. Das Lenkausgleichsgetriebe besteht dabei aus zwei in einem Gehäuse gelagerten Planetengetrieben, mit deren Hilfe die entsprechenden Getriebeübersetzungen realisiert werden. Dadurch wird die Bauweise sehr kompakt.

In einer speziellen, der bevorzugten Ausführungsform, wird als Elektromotor ein permanenterregter Synchronmotor verwendet, bei dem der Stator mit den Erregerwicklungen fest mit dem Gehäuse der Einrichtung verbunden ist und der Rotor im Innern koaxial angeordnet ist, die Abtriebseinrichtung umschließt und sein Drehmoment auf den Planetenträger des ersten Planetengetriebes überträgt und damit den ersten Planetenträger in Drehung versetzt. Dadurch werden die Planetenzahnräder in Umlauf versetzt und stützen sich dabei an einer gehäusefesten Hälfte des Hohlrades ab. In Folge wird das Drehmoment auf die zweite drehbare Hohlradhälfte mit einer anderen Zähnezahl als die erste gehäusefeste Hohlradhälfte übertragen. Diese zweite drehbare Hohlradhälfte ist mit einer ersten Hohlradhälfte des zweiten Planetengetriebes drehfest gekoppelt. Auf diese Weise wird das Drehmoment vom ersten auf das zweite Planetengetriebe übertragen. Von dieser Hohlradhälfte wird das Drehmoment auf die Planeten des zweiten Planetenträgers übertragen. Sind die Zähnezahlen der ersten Hohlradhälfte und die Zähnezahl der zweiten Hohlradhälfte des zweiten Planetengetriebes unterschiedlich, wird Drehmoment in den zweiten Planetenträger übertragen. Gleichzeitig ist der zweite Planetenträger im eingekoppelten Zustand mit der Antriebswelle, die mit dem Steuerrad drehfest verbunden ist, drehfest verbunden. Dadurch wird auf den zweiten Planetenträger das Drehmoment der Antriebswelle übertragen. Dabei müssen die vom Elektromotor in den zweiten Planetenträger eingebrachten Drehmomente vom Steuerrad abgestützt werden.

Die Planeten des zweiten Planetenträgers übertragen das Drehmoment auf die zweite Hohlradhälfte des zweiten Planetengetriebes. Durch die Anordnung werden dabei das vom Elektromotor eingeleitete Drehmoment und das vom Steuerrad ein-

geleitete Drehmoment als Summe in die zweite Hohlradhälfte des zweiten Planetengetriebes eingeleitet.

Die zweite Hohlradhälfte des zweiten Planetengetriebes leitet das Drehmoment direkt in die drehfest verbundene Abtriebseinrichtung ein. Dabei kann die Abtriebseinrichtung eine Abtriebswelle sein oder ein Umwandlungsgetriebe zur Übersetzung der Drehbewegung in eine Translationsbewegung, beispielsweise ein Kugelgewindetrieb.

Die gehäusefeste Anordnung des Stators des Elektromotors mit den Erregerwicklungen ermöglicht eine einfache elektrische Ankopplung des Elektromotors im Fahrzeug.

Weiterhin erhöht die karosseriefeste Anordnung des Lenkausgleichsgetriebes auf einfache konstruktive Weise die Lagestabilität zwischen Steuerrad und Abtrieb.

Entsprechend der vorgestellten Erfindung ist sowohl die Anordnung des Lenkausgleichsgetriebes zwischen Lenkgetriebe und Steuerrad als auch zwischen Lenkgetriebe und Spurstange möglich. Die Auswahl erfolgt nach den jeweiligen Gegebenheiten des Bauraums und nach anderen technischen und kommerziellen Erfordernissen. Für den Fall, dass das Lenkausgleichsgetriebe zwischen Lenkgetriebe und Spurstange angeordnet ist, wird in der Regel die Abtriebswelle direkt mit einem Umwandlungsgetriebe zur Übersetzung einer Drehbewegung in eine Translationsbewegung verbunden sein. Beispielsweise wird hier direkt eine Kugelgewindemutter angetrieben.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird in das Lenkausgleichsgetriebe eine Sicherheitskupplung bzw. eine Schaltung integriert, die im Fehlerfall oder besonderen Fahrzeugsituationen - wie beispielsweise Stromausfall, Rechnerfehler oder ausgeschaltete Zündung usw. - eine direkte mechanische Kopplung zwischen An- und Abtriebswelle erzwingt. Das vom Elektromotor eingeleitete Drehmoment läuft dann ins Leere, und der Fahrer hat durch die mechanische Kopplung die vollständige Kontrolle über das Lenkungssystem.

Dieselbe Kupplung kann mit einer anderen Stufe versehen sein, bei der die Antriebswelle und damit das Steuerrad ausgekoppelt oder auch unter Vorspannung gegen Verdrehen eingerastet wird, die Abtriebswelle aber durch den Elektromotor durch ein Steuergerät angesteuert wird. Dieser letzte Fall kann beispielsweise zum automatisierten Einparken verwendet werden. Auf diese Weise können sogar Funktionen, die sonst nur mit einem steer-by-wire-System dargestellt werden können, realisiert werden.

In einer alternativen Ausführungsform ist der Elektromotor parallel zur Achse des Lenkausgleichsgetriebes angeordnet und wird über ein Stirnrad- oder Riemen- oder Kettengetriebe an das Übersetzungs- und Antriebsgetriebe eingekoppelt.

Das erfindungsgemäße Getriebe kann auch mit einem hydraulischen Antrieb betrieben werden, beispielsweise einem Orbitmotor oder einer „umgekehrten“ Flügelzellenpumpe.

Alternativ zur Verwendung von Planetengetrieben können auch andere Umlaufgetriebe, wie beispielsweise Harmonic-Drive-Getriebe, eingesetzt werden. Auch können die Getriebe als Reibradgetriebe ausgebildet sein.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 den schematischen Aufbau eines Lenksystems mit Hilfskraftunterstützung,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform für ein Lenkausgleichsgetriebe mit integrierter Sicherheitskupplung und integriertem „automatic Betrieb“, wobei oberhalb der Mittellinie Schaltstellung „manueller Betrieb“ und unterhalb der Mittellinie die Schaltstellung „Betrieb mit Servo-unterstützung“ dargestellt ist,

Fig. 3 einen Längsschnitt entsprechend Fig. 2, wobei hier jedoch oberhalb der Mittellinie Schaltstellung „manueller Betrieb“ und unterhalb der Mittellinie die Schaltstellung „automatic Betrieb“ dargestellt ist,

Fig. 4 einen Querschnitt entlang der Schnittebene IV-IV in Fig. 2 bzw. Fig. 3.

Der in Figur 1 gezeigte schematische Aufbau einer Lenkvorrichtung 29 als steer-by-wire-Anordnung bzw. Lenkvorrichtung 29 mit elektrischer Hilfskraftunterstützung entspricht im Wesentlichen dem Stand der Technik. Sie besteht unter anderem aus einem Steuerrad 20, einer Lenksäule 21, dem Lenkgetriebe 22 und den beiden Spurstangen 24. Die Spurstangen 24 werden durch die Zahnstange 23 angetrieben. Als Antrieb dient das erfindungsgemäße Lenkausgleichsgetriebe 1 oder 27, das in den Figuren 2 und 3 näher gezeigt ist. Je nach Ausführungsform befindet sich das Lenkausgleichsgetriebe entweder zwischen Steuerrad 20 und Lenkgetriebe 22 (Pos. 1) oder zwischen Lenkgetriebe 22 und Spurstangen 24 (Pos. 27). Das Lenkausgleichsgetriebe 27 enthält dann ein Umwandlungsgetriebe zur Übersetzung der Drehbewegung in eine Translationsbewegung, beispielsweise einen Kugelgewindetrieb. Dabei wird – im Normalfall - der Fahrerwunsch durch das Steuerrad 20 über eine hier nicht gezeigte Sensorik als Signal 281 in ein Steuergerät 28 eingespeist. Im Steuergerät 28 wird daraus, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme eines Sensorsignals der Antriebseinheit (hier nicht dargestellt) und weiterer den Fahrzeugzustand beschreibender Signale, die entsprechende Steuerspannung 282 für den Elektromotor oder Servomotor bestimmt und an den Servomotor, der im Lenkausgleichsgetriebe 1 oder 27 angeordnet ist, ausgegeben.

Die Figuren 2 und 3 zeigen eine Ausführungsform des Lenkausgleichsgetriebes 1 in der Anordnung zwischen Steuerrad 20 und Lenkgetriebe 22 mit integrierter Sicherheitskupplung und integrierter Umschaltkupplung auf „automatic Betrieb“.

Dargestellt sind die mit dem Ritzel des Lenkgetriebes 22 drehfest verbundene Abtriebswelle 2, die mit dem Steuerrad 20 drehfest verbundene Antriebswelle 3, die Erregerwicklungen 4 des Antriebsmotors, die am Rotor drehfest angeordneten Permanentmagneten 5 des Antriebsmotors sowie die beiden Planetengetriebe und die Mehrfachkupplung.



Die Mehrfachkupplung besitzt die Schaltstellungen a, b oder c, die durch einen ange deuteten Schalthebel 30 gesteuert werden. In Schaltstellung a ist die Kupplung 17 eingekuppelt und es wird ein „automatic Betrieb“, der auch einem „steer-by-wire-Modus“ entsprechen kann, d.h. es wird ein automatischer Lenkmodus ohne Fahrer eingriff am Steuerrad 20 realisiert. Das Steuerrad ist arretiert, kann aber bei entsprechender Auslegung der Kupplung 18 mit Gewalt verdreht werden. In der Schaltstellung b ist der Betrieb mit Servounterstützung realisiert. Hier werden die Drehmomente vom Elektromotor und von der Lenksäule überlagert. Die auf das Steuerrad 20 ausgeübte Lenkkraft wird durch den Elektromotor verstärkt. Gleichzeitig kann bei entsprechender Ansteuerung des Motors die Drehzahl übersetzt werden, sodass bei kleiner Verdrehung am Steuerrad 20 eine elektrisch einstellbare, prinzipiell beliebig große Verdrehung der Abtriebswelle 2 ermöglicht wird. In der Schaltstellung c ist die Antriebswelle 3 mit der Abtriebswelle 2 direkt mechanisch verbunden und der Elektromotor ist ausgekuppelt. Diese Schaltstellung c ist als mechanische Rückfallösung für den Fall eines Versagens der Elektronik oder der Spannungsversorgung, bei ausgeschalteter Zündung oder anderen Sondersituationen des Fahrzeuges, vorgesehen.

Die Mehrfachkupplung wird durch die Schaltmuffe 19 mittels des Schalthebels 30 betätigt. Die Schaltmuffe 19 ist in der vorgestellten Ausführungsform drehfest mit der Antriebswelle 3 verbunden. In der Schaltstellung a sind die Kupplungen 18 und 33 eingekuppelt und die Kupplung 17 ausgekuppelt. In der Schaltstellung b sind die Kupplungen 17 und 18 ausgekuppelt und die Kupplung 33 eingekuppelt. In der Schaltstellung c ist die Kupplung 17 eingekuppelt und die Kupplungen 18 und 33 ausgekuppelt. Alle Kupplungen sind in der gezeigten Ausführungsform durch entsprechende Verzahnungen realisiert.

Der Fluss des Drehmomentes erfolgt, ausgehend vom Elektromotor und der Antriebswelle 3, über die beiden Planetengetriebe in die Abtriebswelle 2.

Dabei erfolgt der Fluss des Drehmomentes vom Rotor des Elektromotors über einen mit dem Rotor des Antriebsmotors drehfest verbundenen ersten Planetenträger 7 in

ein erstes Planetengetriebe. Dieses Planetengetriebe weist jeweils axial geteilte Planetenräder, bestehend aus Planetenradhälften 8, 10, die drehfest miteinander gekoppelt sind und Hohlradern, bestehend aus Hohlradhälften 9, 11, auf. Die auf dem ersten Planetenträger 7 gelagerten Planetenradhälften 8 stützen sich in der fest mit dem Gehäuse 31 verbundenen Hohlradhälfte 9 ab. Über die Planetenradhälften 10, die auch einteilig mit den Planetenradhälften 8 ausgebildet sein können, wird das Drehmoment in die drehbar gelagerte Hohlradhälfte 11 eingeleitet, die wiederum das Drehmoment in ein gleichartig aufgebautes zweites Planetengetriebe weiterleitet. Mit der Hohlradhälfte 11 des ersten Planetengetriebes ist eine Hohlradhälfte 12 des zweiten Planetengetriebes drehfest angebunden. Über Planetenradhälften 14 wird das Drehmoment in den Planetenträger 13 des zweiten Planetengetriebes einleitet. Alternativ zur drehfesten Kopplung oder einteiligen Ausbildung der Planetenradhälften 8 und 10 bzw. 14 und 15, können in den jeweiligen Planetenradgetrieben auch frei drehende Sonnenräder (hier nicht gezeigt) angeordnet sein, über die das Drehmoment von der jeweils ersten Planetenradhälfte 8 oder 15 auf die zweite Planetenradhälfte 9 bzw. 14 übertragen wird. Je nach Schaltstellung a, b oder c ändert sich jetzt der Fluss des Drehmomentes.

In der Schaltstellung a, dem „automatic Betrieb“, ist das Steuerrad 20 über die Kupplung 18 mit dem Gehäuse 31 und gleichzeitig über die Kupplung 33 mit dem Planetenträger 13 des zweiten Planetengetriebes drehfest verbunden, sodass der Planetenträger 13 sich nicht gegenüber dem Gehäuse 31 und damit dem Fahrzeug verdrehen kann. Das gesamte Drehmoment wird folglich unmittelbar über die Planetenradhälften 14 in die Planetenradhälften 15, die auch einteilig mit den Planetenradhälften 14 ausgebildet sein können, in die Hohlradhälfte 16 und damit in die Abtriebseinrichtung 32 eingeleitet. Beispielsweise über eine Verzahnung wird das Drehmoment von der Abtriebseinrichtung 32 direkt in die Abtriebswelle 2 und damit in das Lenkgetriebe eingeleitet.

In der Schaltstellung b, dem „Betrieb mit Servounterstützung“, wird das Drehmoment, ausgehend vom Fahrer, von der Antriebswelle 3 über die Kupplung 33 in den Planetenträger 13 eingeleitet. Die Summe der Drehmomente vom Elektromotor und von

der Antriebswelle 3 werden, wie in Schaltstellung a, über die Planetenradhälften 14, 15 in die Hohlradhälfte 16 und dem mit ihr verbundenen Abtriebselement 32 und von da in die Abtriebswelle 2 eingeleitet. Entsprechend den Zähnezahlen der Planetenradhälften 8, 10, 14, 15 und Hohlradhälften 9, 11, 12, 16 der beteiligten Planetengetriebe erfolgt die Aufteilung des Drehmoments bezüglich der Antriebswelle 3, der Abtriebswelle 2 und dem Rotor des Elektromotors.

In der Schaltstellung c, dem „manuellen Betrieb“, ist die Antriebswelle 3 über die Kupplung 17 direkt mit der Abtriebswelle 2 gekuppelt. Weil die Kupplung 33 ausgekuppelt ist, dreht der Planetenträger 13 völlig frei. Vom Rotor des Elektromotors wird keinerlei Drehmoment in das Lenkgetriebe eingeleitet. Der Fahrer hat die vollständige Kontrolle über die Richtungssteuerung des Fahrzeugs.

Das Lenkausgleichsgetriebe 1 ist in der gezeigten Ausführungsform zwischen Steuerrad 20 und Lenkgetriebe 22 angeordnet. Dabei kann es an einer beliebigen Stelle, beispielsweise auch innerhalb der Lenksäule 21 oder dem Führungskasten (hier nicht speziell gezeigt), angeordnet sein.

In einer weiteren Ausführungsform ist das Lenkausgleichsgetriebe 27 zwischen dem Lenkgetriebe 22 und den Spurstangen 24 angeordnet. In diesem Fall ist die Abtriebseinrichtung 32 als Umwandlungsgetriebe zur Übersetzung einer Drehbewegung in eine Translationsbewegung ausgebildet. Im einfachsten und erfindungsgemäß bevorzugten Fall wird hier direkt eine Kugelgewindemutter als Abtriebseinrichtung 32 ausgewählt. Die Abtriebswelle 2 führt in diesem Fall keine Drehbewegung, sondern eine Translation aus.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Lenkausgleichsgetriebe
- 2 Abtriebswelle
- 3 Antriebswelle
- 4 Erregerwicklungen
- 5 Permanentmagneten
- 6 Stator
- 7 erster Planetenträger
- 8 Planetenradhälfte
- 9 Hohlradhälfte
- 10 Planetenradhälfte
- 11 Hohlradhälfte
- 12 Hohlradhälfte
- 13 Planetenträger
- 14 Planetenradhälfte
- 15 Planetenradhälfte
- 16 Hohlradhälfte
- 17 Kupplung
- 18 Kupplung
- 19 Schaltmuffe
- 20 Steuerrad
- 21 Lenksäule
- 22 Lenkgetriebe
- 23 Zahnstange
- 24 Spurstange
- 27 Lenkausgleichsgetriebe
- 28 Steuergerät
- 29 Lenkvorrichtung
- 30 Schalthebel
- 31 Gehäuse
- 32 Abtriebselement

- 33 Kupplungsverzahnung
- 281 Signal Fahrerwunsch
- 282 Steuerspannung Elektromotor
  - a Schaltstellung „automatic Betrieb“
  - b Schaltstellung „Betrieb mit Servounterstützung“
  - c Schaltstellung „manueller Betrieb“

## Ansprüche

1. Fahrzeuglenkung mit einer Übersetzungsverhältnisänderungseinrichtung und einem elektrischen Hilfsantrieb, wobei die Übersetzungsverhältnisänderungseinrichtung einen Stator (6) und einen Rotor aufweisenden Hilfsantrieb enthält, der die Steuereingriffe des Fahrers über ein Steuerrad (20) überlagert und auf die Lenkbewegung der Räder überträgt und ein Gehäuse (31), eine vom Steuerrad (20) antreibbare Antriebseinheit (3) und ein mit den gelenkten Rädern verbundenes Abtriebsselement (32) sowie mindestens zwei Umlaufgetriebe aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der Umlaufgetriebe durch den Rotor eines Elektromotors antreibbar ist, das Antriebsmoment, ausgehend vom Steuerrad (20), durch das Antriebsmoment vom Elektromotor überlagert wird und gemeinsam als Abtriebsmoment in das Abtriebsselement (32) eingeleitet werden, wobei das Verhältnis der Drehzahlen der Antriebseinheit (3) und des Abtriebsselementes (32) einstellbar sind.
2. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (31) drehfest mit dem Kraftfahrzeug verbunden ist.
3. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehbewegung des Steuerrades (20) über die Antriebseinheit (3) in eines der Funktionsteile eines der Umlaufgetriebe einleitbar ist.
4. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehbewegung des Steuerrades mittels einer Kupplung mit dem zugehörigen Funktionsteil des zugehörigen Umlaufgetriebes verbindbar ist.
5. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit (3) derartig mit einem Funktionsteil des Umlaufgetriebes verbindbar ist, dass Reaktionskräfte aus dem elektrischen Hilfsantrieb sich nur geringfügig auf die Lenkkraft auswirken.

6. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehbewegung des Steuerrades mittels einer weiteren Kupplung blockierbar ist.
7. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehbewegung des Steuerrades mittels einer dritten Kupplung direkt auf das Abtriebsselement weitergeleitet wird, wobei durch das Trennen einer oder beider der anderen Kupplungen der elektrische Hilfskraftantrieb abgetrennt ist.
8. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drei Kupplungen in einer Kupplungseinheit zusammengefasst sind.
9. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupplungen als Formschlusskupplungen ausgebildet sind.
10. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor, die Antriebseinheit (3), das Abtriebsselement (32) und die beiden Umlaufgetriebe koaxial zueinander angeordnet sind.
11. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zwischen Steuerrad (20) und Lenkgetriebe (22) angeordnet ist und die Antriebseinrichtung (3), das Abtriebsselement (32) und die Abtriebsvorrichtung (2) zur Übertragung einer Drehbewegung ausgebildet sind.

12. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Umwandlungsgetriebe zur Übersetzung einer Drehbewegung in eine Translationsbewegung, beispielsweise eine Kugelgewindemutter, aufweist und zwischen Lenkgetriebe (22) und mindestens einer Spurstange (24) angeordnet ist und die Antriebseinrichtung (3) und das Abtriebsselement (32) zur Übertragung einer Drehbewegung ausgebildet sind und die Abtriebseinrichtung (2) zur Übertragung einer Translationsbewegung ausgebildet ist.
13. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl und Drehrichtung des Abtriebsselements (32) aufgrund der Auswertung der aktuellen Fahrzeugsituation von einem Steuergerät (28) vorgegeben und über eine entsprechende Steuerung des elektrischen Hilfsantriebes eingestellt wird.
14. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** als elektrischer Hilfsantrieb nur ein einziger elektrischer Motor verwendet wird.
15. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlaufgetriebe als Planetengetriebe ausgebildet sind.
16. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräder der Planetengetriebe und/oder die Planetenräder in axialer Richtung zweigeteilt ausgebildet sind.
17. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile der Hohlräder und/oder der Planetenräder zueinander unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.



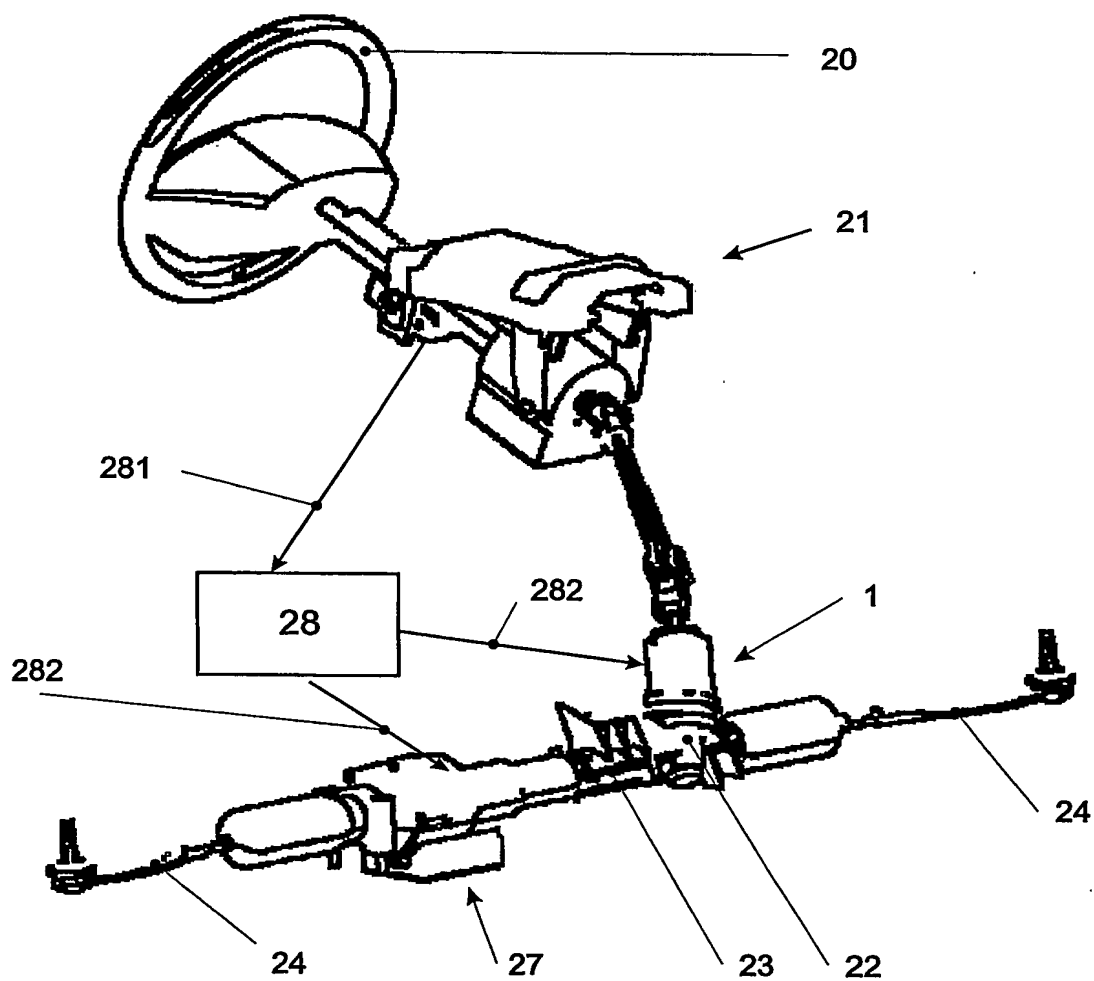
**18. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Rotor des Elektromotors mit dem Planetenträger (7) des ersten Planetengetriebes,
- ein Teil (9) des Hohlrades des ersten Planetengetriebes mit dem Gehäuse (31),
- das zweite Teil (11) des Hohlrades des ersten Planetengetriebes mit dem ersten Teil (12) des Hohlrades des zweiten Planetengetriebes und
- das zweite Teil (16) des Hohlrades des zweiten Planetengetriebes mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist,
- die jeweils in die Teile (9, 11) des Hohlrades des ersten Planetengetriebe eingreifenden Planetenradhälften (8, 10) miteinander drehfest gekoppelt sind,
- die jeweils in die Teile (12, 16) des Hohlrades des zweiten Planetengetriebe eingreifenden Planetenradhälften (14, 15) miteinander drehfest gekoppelt sind und
- der Planetenträger (13) des zweiten Planetengetriebes schaltbar mit
  - der mit dem Steuerrad (20) verbundenen Antriebswelle (3),
  - dem Gehäuse (31) oder
  - keinem anderem Getriebeteil verbindbar ist, wobei dann die Antriebswelle (3) direkt mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist.

**19. Fahrzeuglenkung nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Rotor des Elektromotors mit dem Planetenträger (7) des ersten Planetengetriebes,
- ein Teil (9) des Hohlrades des ersten Planetengetriebes mit dem Gehäuse (31),
- das zweite Teil (11) des Hohlrades des ersten Planetengetriebes mit dem ersten Teil (12) des Hohlrades des zweiten Planetengetriebes und
- das zweite Teil (16) des Hohlrades des zweiten Planetengetriebes mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist,

- die jeweils einteiligen Sonnenräder der Planetengetriebe frei drehbar gelagert sind und
  - der Planetenträger (13) des zweiten Planetengetriebes schaltbar mit
    - der mit dem Steuerrad (20) verbundenen Antriebswelle (3),
    - dem Gehäuse (31) oder
    - keinem anderem Getriebeteil verbindbar ist, wobei dann die Antriebswelle (3) direkt mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist.
20. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 18 oder Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltstellung, bei der die Antriebswelle (3) direkt mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist, als Sicherheitsschaltstellung automatisch bei einer Störung des Lenkausgleichsgetriebes, insbesondere bei Ausfall der Motorspannung, angesteuert wird.
21. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung mechanisch erfolgt.



29

Fig. 1

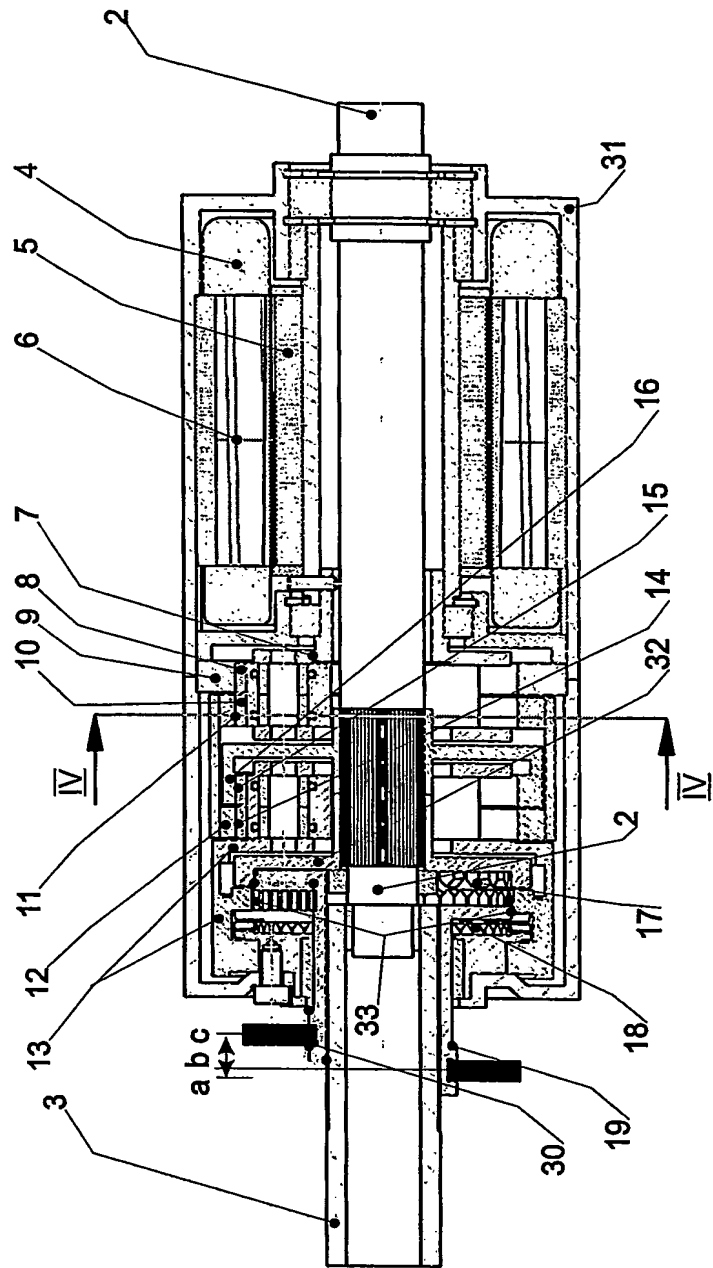


Fig. 2

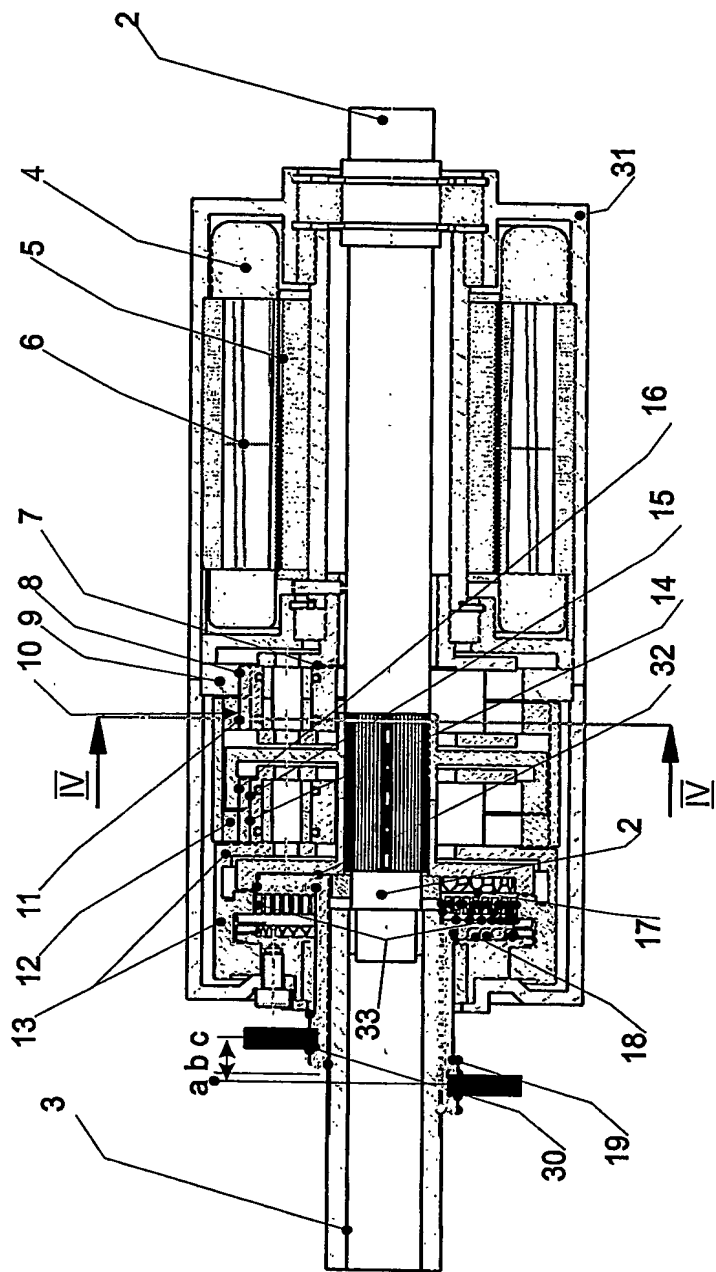
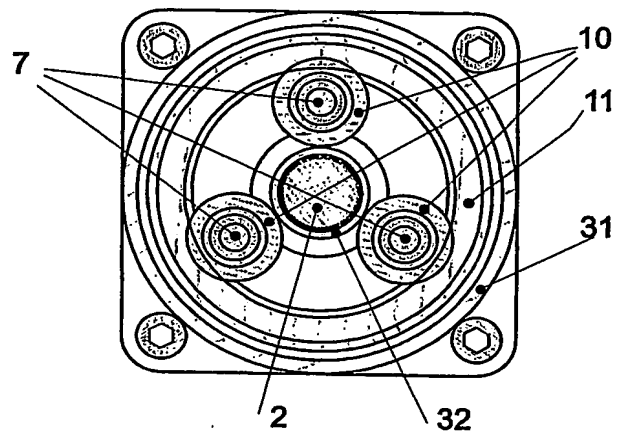


Fig. 3



Schnitt IV:IV

Fig. 4

## Zusammenfassung

Um für eine Fahrzeuglenkung mit einer Übersetzungsverhältnisänderungseinrichtung und einem elektrischen Hilfsantrieb, wobei die Übersetzungsverhältnisänderungseinrichtung einen Stator (6) und einen Rotor aufweisenden Hilfsantrieb enthält, der die Steuereingriffe des Fahrers über ein Steuerrad (20) überlagert und auf die Lenkbewegung der Räder überträgt und ein Gehäuse (31), eine vom Steuerrad (20) antreibbare Antriebseinheit (3) und ein mit den gelenkten Rädern verbundenes Abtriebsselement (32) sowie mindestens zwei Umlaufgetriebe aufweist, eine kompakte Baugruppe bereit zu stellen, wobei die Reaktionskraft auf das Lenkrad nicht oder nicht spürbar erhöht werden soll, wobei das System gleichzeitig auf einfache Weise die erforderliche Redundanz für den Fall einer Fehlfunktion der elektrischen Einheiten bieten soll, ist eines der Umlaufgetriebe durch den Rotor eines Elektromotors antreibbar, wird das Antriebsmoment, ausgehend vom Steuerrad (20), durch das Antriebsmoment vom Elektromotor überlagert und werden gemeinsam als Abtriebsmoment in das Abtriebsselement (32) eingeleitet, wobei das Verhältnis der Drehzahlen der Antriebseinheit (3) und des Abtriebsselementes (32) einstellbar sind.

(Fig. 2)

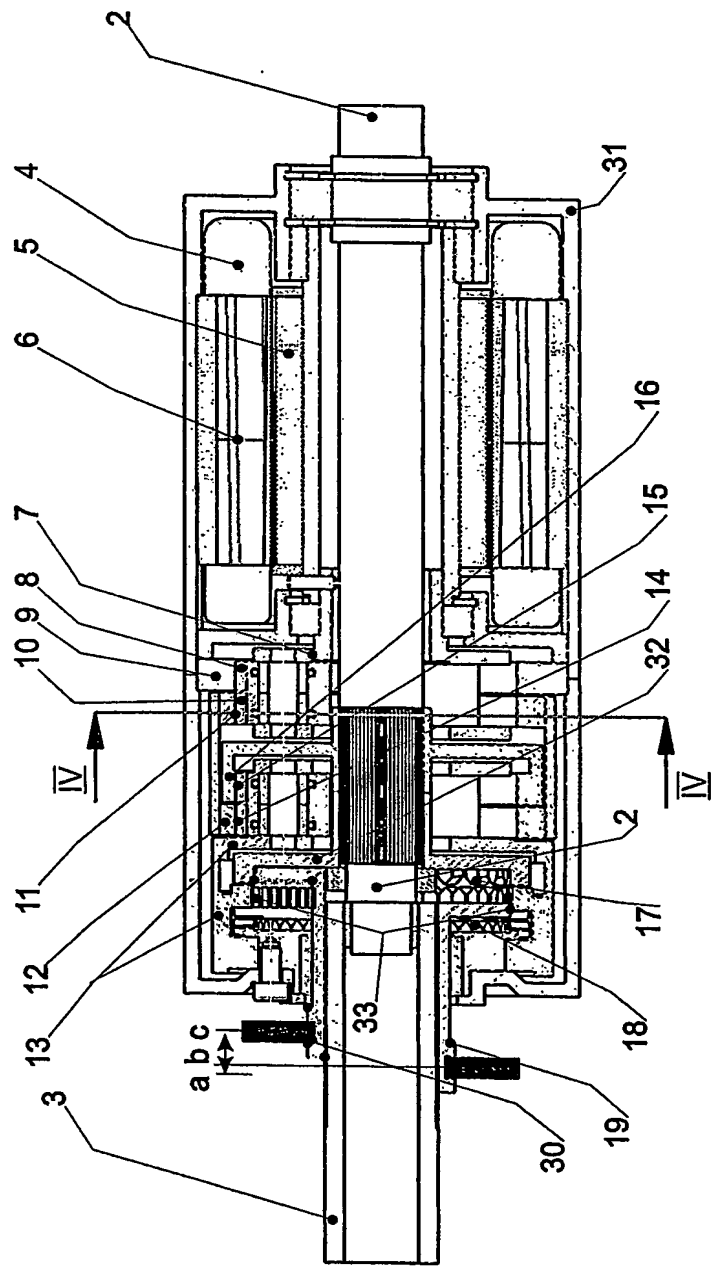


Fig. 2